

**Fuel injection nozzle for IC engine**

**Patent number:** DE19744235  
**Publication date:** 1999-04-08  
**Inventor:** GUERICH GUNTER DR ING (DE); LAUMEN HERMANN-J DR ING (DE); DUESTERHOEFT MARTIN DIPL ING (DE)  
**Applicant:** FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG (DE)  
**Classification:**  
- international: F02M51/06; H02N2/02  
- european: F02M51/00C; F16K31/00E3; F02M59/46E2; F02M47/02D; F02M51/06A; H01L41/053  
**Application number:** DE19971044235 19971007  
**Priority number(s):** DE19971044235 19971007

**Abstract of DE19744235**

An injection nozzle, especially a fuel injection nozzle for an IC engine has a carrier body (1) in which a hydraulic ally operated switch valve (11) is located to which a hydraulic path converter with a working piston (13) is assigned. This is subjected to a transmission fluid. There is a displacement part (19) which is connected to a piezoelectric body (17) that is located in a spring capsule (18) which is rigidly clamped with one end on the carrier body and whose other end forms the displacement part of the path converter. The displacement part of the capsule is designed as a piston. For the support of the piezoelectric body, an insert part is provided.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 44 235 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 51/06**  
H 02 N 2/02

⑳ Aktenzeichen: 197 44 235.8  
㉔ Anmeldetag: 7. 10. 97  
㉕ Offenlegungstag: 8. 4. 99

DE 197 44 235 A 1

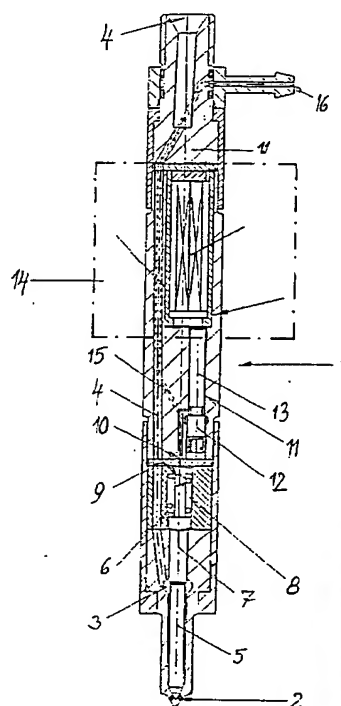
㉑ Anmelder:  
FEV Motorentechnik GmbH & Co. KG, 52078  
Aachen, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Patentanwälte Maxton & Langmaack, 50968 Köln

㉓ Erfinder:  
Gürich, Gunter, Dr.-Ing., 52074 Aachen, DE;  
Düsterhöft, Martin, Dipl.-Ing., 52070 Aachen, DE;  
Laumen, Hermann-J., Dr.-Ing., 52525 Heinsberg, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Einspritzdüse mit piezoelektrischem Aktuator

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse, insbesondere Kraftstoffeinspritzdüse an einer Kolbenbrennkraftmaschine, mit einem Trägerkörper (1), in dem ein hydraulisch betätigbares Schaltventil (11) angeordnet ist, dem ein hydraulischer Wegübersetzer mit einem Arbeitskolben (13) zugeordnet ist, der mit einer Übertragungsflüssigkeit beaufschlagbar ist, und mit einem Verdrängerteil (19), das mit einem piezoelektrischen Körper (17) verbunden ist, der in einer federnden Kapsel (18) angeordnet ist, die mit einem Ende am Trägerkörper (1) fest eingespannt ist und deren anderes Ende den Verdrängerteil (19) des Wegübersetzers bildet.



DE 197 44 235 A 1

## Beschreibung

Einspritzdüsen, insbesondere Kraftstoffeinspritzdüsen an Kolbenbrennkraftmaschinen werden heute als sogenannte Common-Rail-Injektoren ausgebildet, bei denen in den Düsenstock das Schaltventil zur Betätigung der Düsen-  
 5 nadel und auch die Aktuatoren jeweils integriert sind. Elektromagnetische Aktuatoren haben den Nachteil, daß sie wegen der benötigten großen Kräfte ein großes Bauvolumen besitzen und daß die Einspritzdynamik elektromagnetisch betätigter  
 10 Injektoren begrenzt ist. Durch elektromagnetische Aktuatoren wird beispielsweise der minimale Abstand zwischen Vor- und Haupteinspritzung beschränkt oder es kommt wegen der langen Schaltdauer zu verhältnismäßig langen Spritzdauern. Die Begrenzung in der Dynamik führt weiter-  
 15 hin dazu, daß Einspritzmengen von 1,5 bis 2 mm<sup>3</sup> kaum unterschritten werden können, wenn keine Einbußen in der Reproduzierbarkeit toleriert werden dürfen.

Weitaus bessere Ergebnisse in bezug auf die Dynamik und Reproduzierbarkeit lassen sich mit piezoelektrischen Aktuatoren erzielen. Hierbei haben sich die besonderen dynamischen Eigenschaften und auch die erzielbaren hohen  
 20 Stellkräfte von piezoelektrischen Aktuatoren als vorteilhaft herausgestellt.

Ein Nachteil der piezoelektrischen Aktuatoren besteht in der geringen Dehnung von nur etwa 0,1% der Länge des Piezoelementes. Darüber hinaus kann die piezoelektrische Dehnung von der thermischen Dehnung des Materials über-  
 25 deckt werden. Je nach Temperaturfeld, in dem der Aktuator betrieben werden soll, wird der nutzbare Aktuatorweg reduziert oder ganz auf gebraucht. Aus diesem Grund wird bei der Anwendung eines piezoelektrischen Aktuators ein ther-  
 30 mischer Dehnungsausgleich eingesetzt, der meist durch ein hydraulisches Element gebildet wird. Darüber hinaus ist eine Wegübersetzung nötig, um den geringen Schaltweg der Piezoelemente in die zur Betätigung der Schaltventile an  
 35 Einspritzdüsen nötigen Weglängen zu vergrößern.

Beim Betrieb von piezoelektrischen Aktuatoren herrschen in den Piezoelementen hohe elektrische Feldstärken von ca. 1 bis 2 kV/mm<sup>1</sup>. Da je nach technischer Ausführung der Aktuatoren die Elektroden bis auf die Oberfläche ge-  
 40 führt sind, ist eine sehr gute Isolation nötig. Die Isolation ist so zu wählen, daß sie allen Umwelteinflüssen standhält, in denen die Aktuatoren eingesetzt werden. Besonders beim Einsatz in aggressiver Umgebung ist diese Forderung von  
 45 Bedeutung. So ist beispielsweise eine erhöhte Luftfeuchte von beispielsweise 65 bis 75% bei 45 bis 65°C für derartige Aktuatoren schon eine aggressive Umgebung. Zusätzlich sind alle metallischen Verbindungen oder Flüssigkeiten mit gelösten Metallen von der Oberfläche der Piezoelemente fernzuhalten. Dies bedeutet, daß bei der Verwendung als  
 50 Aktuator für eine Kraftstoffeinspritzdüse der Kraftstoff mit den piezoelektrischen Elementen nicht in Berührung kommen darf.

Da es sich bei den technisch eingesetzten Materialien mit piezoelektrischem Effekt um Keramiken handelt, ist darauf zu achten, daß diese im Betrieb keinen Zugkräften aus-  
 55 gesetzt werden. Zugkräfte würden zur sofortigen Zerstörung der piezoelektrischen Keramiken führen. Daher müssen die einen piezoelektrischen Aktuator bildenden Piezoelemente über Feder-  
 60 elemente vorgespannt werden. Dies erfolgt zur Verminderung der Baugröße bisher mittels Tellerfedern.

Der Nachteil der bisher verwendeten Anordnung bestand vor allem in einer erheblichen Baugröße, die insbesondere bei der Anwendung in Kolbenbrennkraftmaschinen mit ihrem beschränkten Bauraum störend ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine schlankbauende Einspritzdüse mit piezoelektrischem Aktuator zu

schaffen, durch die die vorstehend angegebenen Nachteile vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Einspritzdüse, insbesondere Kraftstoffeinspritzdüse an einer  
 5 Kolbenbrennkraftmaschine, mit einem Trägerkörper, in dem ein hydraulisch betätigbares Schaltventil angeordnet ist, dem ein hydraulischer Wegübersetzer mit einem Arbeitskolben zugeordnet ist, der mit einer Übertragungsflüssigkeit beaufschlagbar ist, und mit einem Verdrängerteil, das mit einem piezoelektrischen Aktuator verbunden ist, der in einer  
 10 federnden Kapsel angeordnet ist, die mit einem Ende am Trägerkörper fest eingespannt ist und deren anderes Ende den Verdrängerteil des Wegübersetzers bildet. Während bei der vorbekannten Verwendung von Tellerfedern zur Erzeugung der Vorspannkräfte der notwendige Bauraum einer  
 15 derartigen Einspritzdüse sowohl in der Länge als auch im Durchmesser vergrößert wurde, bietet die erfindungsgemäße Anordnung einer federnden Kapsel, die den piezoelektrischen Aktuator umfaßt, den Vorteil, daß keine zusätz-  
 20 liche Baulänge benötigt wird.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der den Verdrängerteil bildende Teil der Kapsel als Kolben ausgebildet ist. Die bisher übliche Ab-  
 25 dichtung des piezoelektrischen Aktuators gegenüber der Übertragungsflüssigkeit mit Hilfe einer Membran machte im Hinblick auf die geringen Arbeitswege des piezoelektrischen Aktuators eine sehr genaue mechanische Ankopplung zwischen dem piezoelektrischen Aktuator und der Membran  
 30 nötig. Da eine Membran auch nur eine begrenzte Dehnung zuläßt, war nicht nur eine sehr genaue Fertigung erforderlich, sondern es mußten bei den geforderten Stellwegen auch relativ große Membrandurchmesser eingehalten werden. Demgegenüber liegt der Vorteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung darin, daß der Verdrängerteil der Kapsel als  
 35 Kolben ausgebildet ist, auf dem sich der piezoelektrische Körper des Aktuators über die Federvorspannung unmittelbar anpressen kann. Die Ausbildung als Kolben erlaubt hierbei nicht nur geringe Baudurchmesser sondern auch die Verwirklichung eines jeden mit piezoelektrischen Körpern ver-  
 40 wirklichen Stellweges.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß für die Abstützung des piezoelektrischen Körpers in der Kapsel ein Einsatzteil vorgesehen ist. Dies hat den Vorteil, daß die Anforderungen an Planparallelität und Genauigkeit eingehalten werden können, die an die  
 45 Oberflächen gestellt werden, zwischen denen ein piezoelektrischer Körper eingespannt wird. Durch die Verwendung eines Einsatzteiles wird die Fertigung der inneren Anlagefläche in der Kapsel erleichtert.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Kapsel rohrförmig ausgebildet ist. Hierdurch ist eine einfache Anpassung an die meist zylindrische Form des piezoelektrischen Körpers mit nur geringem Zwischenraum zwischen piezoelektrischem Körper und Kapselwandung möglich. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist dabei vorgesehen, daß zumindest eine Teillänge der Kapsel als Feder ausgebildet ist. Durch die Wahl entsprechender Geometrien für die Kapsel lassen sich auf nur geringem Raum Federn mit hoher Vorspannkraft gestalten.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Kapsel den piezoelektrischen Körper flüssigkeitsdicht umschließt. Dadurch können die Anforderungen an die Abdichtung des als Verdrängerkolben ausgebildeten Teils der Kapsel vermindert werden, so daß auch Leckagen zulässig sind, da durch die Kapsel der piezoelektrische Körper gegenüber der Leckflüssigkeit abgeschlossen ist.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die federnde Teillänge der Kapsel durch ein Wellrohr gebildet

wird. In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die federnde Teillänge durch ein dünnwandiges Rohr gebildet wird. Hierbei werden die Federeigenschaften der Rohrgeometrie und/oder des Rohrmaterials ausgenutzt.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die federnde Teillänge der flüssigkeitsdicht ausgebildeten Kapsel von einem Leckageraum umschlossen ist, der mit einer Übertragungsflüssigkeit gefüllt ist. In vorteilhafter weiterer Ausgestaltung ist hierbei vorgesehen, daß der Leckageraum über ein Druckhalteventil mit der Druckflüssigkeitsversorgung in Verbindung steht. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, daß über den Leckageraum die zwischen dem Arbeitskolben und dem Verdrängerteil vorhandene Übertragungsflüssigkeit entsprechend dem Abgang durch Leckage nachgefüllt werden kann und gleichzeitig auch bei einer Ausdehnung der Übertragungsflüssigkeit infolge Temperaturerhöhung ein entsprechender Abfluß erzielt werden kann, so daß die "Schaltgeometrie" zwischen dem piezoelektrischen Aktuator einerseits und dem Schaltventil andererseits auch bei wechselnden Temperaturen eingehalten werden kann.

In Ausgestaltung der Erfindung kann die Kapsel mit ihrem Verdrängerteil entweder einstückig stoffschlüssig verbunden sein oder aber auch zweiteilig ausgebildet sein, wobei die Verbindung zwischen der Kapsel und dem Verdrängerteil flüssigkeitsdicht ausgebildet sein muß.

Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen von Ausführungsbeispielen näher erläutert, denen weitere Merkmale der Erfindung zu entnehmen sind. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Einspritzventil im Längsschnitt, und die nachfolgenden Figuren in größerem Maßstab, nämlich den Bereich A des Aktuators,

**Fig. 2** eine Ausführungsform mit einer als Wellrohr ausgebildeten Kapselfeder,

**Fig. 3** eine zweite Ausführungsform mit einer als Wellrohr ausgebildeten Kapselfeder,

**Fig. 4** eine weitere Ausführungsform mit einer als Wellrohr ausgebildeten Kapselfeder,

**Fig. 5** eine Ausführungsform mit einer geschlossenen Rohrfeder,

**Fig. 6** eine Ausführungsform mit einer geschlitzten Rohrfeder und einem als Kolben ausgebildeten Verdrängerteil,

**Fig. 7** eine Ausführungsform mit einer geschlitzten Rohrfeder und einem als Membran ausgebildeten Verdrängerteil.

Das in **Fig. 1** dargestellte Ausführungsbeispiel einer Kraftstoffeinspritzdüse weist einen Trägerkörper 1 auf, der an einem Ende mit der eigentlichen Düse 2 versehen ist, die mit einem Druckraum 3 in Verbindung steht, der über einen Zuleitungskanal 4 mit dem einzuspritzenden Kraftstoff in Verbindung steht.

Die Einspritzdüse 2 ist hierbei als Ventil ausgebildet, deren Düsenöffnungen 2.1 durch eine Düsennadel 5 mit Hilfe einer Schließfeder 6 verschlossen werden. Das der Einspritzdüse abgekehrte Ende der Düsennadel 5 ist als Stößel 7 ausgebildet, der bis in einen Servoraum 8 geführt ist, in dem auch die Schließfeder 6 angeordnet ist. Der Servoraum 8 steht über eine Drossel 9 mit dem unter dem Einspritzdruck stehenden Zuleitungskanal 4 in Verbindung, so daß in geschlossenem Zustand sowohl im Servoraum 8 als auch im Druckraum 3 der gleiche Druck herrscht und damit die Düsennadel druckentlastet ist und nur über die Kraft der Schließfeder 6 in Schließstellung gehalten wird. Der Servoraum 8 steht über eine Drosselöffnung 10 mit einem Schaltventil 11 in Verbindung, das bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel als 2/2-Wege-Servoventil ausgebildet ist. Der Schieberkörper 12 des Schaltventils 11 ist mit einem Arbeitskolben 13 verbunden, der Teil eines hydraulischen

Wegübersetzers an einem piezoelektrischen Aktuator 14 ist. Der Aufbau des piezoelektrischen Aktuators 14 mit seinem hydraulischen Wegübersetzer wird nachstehend anhand der **Fig. 2** bis 7 für verschiedene Ausführungsformen näher erläutert.

Das Schaltventil 11 ist als druckentlastetes Servoventil ausgebildet und steht über einen Ablaßkanal 15 mit einem Leckageablaß 16 in Verbindung.

Die in **Fig. 1** dargestellte Kraftstoffeinspritzdüse ist Teil eines Common-Rail-Systems, d. h. der zuzuführende Kraftstoff steht unter einem vorgegebenen Hochdruck. Wird entsprechend der Ansteuerung der Düse über den piezoelektrischen Aktuator und das Schaltventil 11 der Entlastungsdruck im Servoraum 8 abgelassen, dann wird durch den Vor-  
druck des im Druckraum 3 anstehenden Kraftstoffs gegen die Kraft der Schließfeder 6 die Düsennadel 5 angehoben und die Einspritzdüse freigegeben. Sobald der piezoelektrische Aktuator inaktiviert wird, schließt das Schaltventil, so daß unter dem Einfluß der Schließfeder 6 und dem über die Drosselöffnung 9 erfolgenden Druckaufbau im Servoraum 8 die Düsennadel 5 in Schließstellung vorgeschoben wird.

Die in **Fig. 2** dargestellte Ausführungsform des piezoelektrischen Aktuators 14 zeigt einen piezoelektrischen Körper 17, der in einer federnden Kapsel 18 angeordnet ist, die mit ihrem einen Ende fest am Trägerkörper 1 eingespannt ist. Das andere Ende der Kapsel 18 ist als Verdrängerteil 19 des hydraulischen Wegübersetzers ausgebildet. Bei der hier dargestellten Ausführungsform ist der Verdrängerteil 19 als Kolben ausgebildet. Über elektrische Zuleitungen 17.1 steht der piezoelektrische Körper 17 mit einer steuerbaren Stromversorgung in Verbindung.

Der als Kolben ausgebildete Verdrängerteil 19 ist in einem als Zylinder ausgebildeten Teil des Trägerkörpers 1 geführt und begrenzt einen Aufnahmeraum 20 für eine Übertragungsflüssigkeit. Mit diesem Aufnahmeraum 20 für die Übertragungsflüssigkeit steht auch der Kolben 13 des Schaltventils 11 in Verbindung. Die Anordnung ist hierbei so getroffen, daß die Kolbenfläche des Verdrängerteils 19 um ein Mehrfaches größer ist als die Kolbenfläche des Kolbens 13 am Schaltventil, so daß schon geringfügige Verschiebungen des Verdrängerteils 19 zu entsprechend größeren Verschiebewegungen des Kolbens 13 führen und damit eine entsprechende Wegübersetzung erzielt wird.

Das in **Fig. 2** dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine Kapsel 18, bei der das dem Verdrängerteil 19 abgekehrte Ende als Wellrohr ausgebildet ist und damit eine Feder bildet. Die Kapsel 18 ist flüssigkeitsdicht ausgebildet und auch flüssigkeitsdicht mit dem Trägerkörper 1 des Einspritzventils verbunden, so daß der piezoelektrische Körper 17 nicht in Kontakt mit der Flüssigkeit, d. h. dem einzuspritzenden Kraftstoff treten kann. Der federnde Teil der Kapsel 18 ist von einem Leckageraum 21 umschlossen.

Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel steht der Aufnahmeraum 20 mit einem Rückschlagventil 22 in Verbindung, so daß durch die Vorgabe konstanter Druckverhältnisse im Aufnahmeraum 20 temperaturbedingte Änderungen des Systems und auch der im Aufnahmeraum 20 enthaltenen Flüssigkeit ausgeglichen werden können und damit eine einwandfreie und reproduzierbare "Betätigungsgeometrie" für das Schaltventil 11 gewährleistet ist.

Die Ausführungsform in **Fig. 3** zeigt eine Abwandlung der Ausführungsform gem. **Fig. 2**. Während bei der Ausführungsform gem. **Fig. 2** der Verdrängerkörper 19 als einstückig stoffschlüssiges Teil der Kapsel 18 ausgebildet ist, weist die Ausführungsform gem. **Fig. 3** aus fertigungstechnischen Gründen einen zweiteiligen Aufbau auf. Bei dieser Ausführungsform ist die Kapsel 18 praktisch als Rohrkörper ausgebildet und an ihrem den Verdrängerteil 19 bildenden Ende

zweiteilig ausgeführt, wobei der Verschluß des Verdrängerteils 19 durch einen Einsatzteil 23 gebildet wird, der fest und flüssigkeitsdicht eingesetzt ist. Durch diese Maßnahme kann die Auflagefläche 24 am Einsatzteil 23 und der Fläche 25 an einem Spannstück 26 besser bearbeitet werden.

Die Vorspannung des piezoelektrischen Körpers 17 mit Hilfe der als Feder ausgebildeten Kapsel 18 erfolgt in der Weise, daß nach dem Einsetzen der Kapsel und dem Einsetzen des piezoelektrischen Körpers das Spannstück 26 aufgesetzt wird, das mit Hilfe eines Kopfteils 1.1 des Trägerkörpers 1 in einer entsprechenden Ausnehmung am Trägerkörper 1 eingepreßt wird. Durch eine entsprechende Dehnung des Wellrohrs ergibt sich dann die auf den piezoelektrischen Körper 17 wirkende Vorspannkraft.

Die Kapsel 18 mit eingesetztem piezoelektrischen Körper 17 und Spannstück 26 kann auch als vorgefertigtes einbaufähiges Teil ausgebildet sein. In diesem Fall ist das Spannstück 26 mit der Kapsel 18 fest und dicht verbunden. Die Verbindung zwischen der Kapsel 18 und dem Spannstück 26 kann beispielsweise durch Schweißung (Fig. 2) oder durch Umformung des Randes (Fig. 3) erfolgen.

Während bei der Ausführungsform gem. Fig. 2 das Rückschlagventil 22 mit dem Aufnahmeraum 20 in Verbindung steht, ist bei der Ausführungsform gem. Fig. 3 ein Druckhalteventil 22.1 am Leckageraum 21 angeschlossen, so daß über die nicht zu vermeidende Leckage zwischen dem Aufnahmeraum 20 und dem Leckageraum 21 der entsprechende Ausgleich an Flüssigkeit infolge unterschiedlicher Wärmedehnungen erfolgen kann.

Die Ausführungsform gem. Fig. 4 zeigt eine weitere Abwandlung der Ausführungsform gem. Fig. 2 und 3. Der Grundaufbau ist identisch, so daß hier gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die Abweichung besteht hierbei im wesentlichen darin, daß die federnde Kapsel 18 mit ihrem dem Kolben 13 zugekehrten Kapselende 27 nicht unmittelbar als Verdrängerteil wirkt, sondern daß hier noch ein besonderer Kolbenkörper 19.1 aufgeschoben ist. Das Kapselende 27 ist hier mit einem Einsatzteil 23.1 versehen, das eine kalottenförmige Oberfläche 28 aufweist, über die sich das Einsatzteil 23 auf der Innenfläche des Kolbenkörpers 19.1 abstützt, so daß hier die erforderliche Planparallelität eingehalten werden kann. Der Kolbenkörper 19.1 ist mit dem Kapselende 27 fest und flüssigkeitsdicht verbunden.

Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Leckageraum 21 wiederum über ein Druckhalteventil 22 mit der Druckflüssigkeitsversorgung verbunden. Die Anordnung ist hierbei jedoch so getroffen, daß die erforderlichen Anschlüsse im wesentlichen in axialer Richtung des Einspritzventils ausgeführt werden können.

Die in Fig. 5 dargestellte Ausführungsform entspricht im wesentlichen der Ausführungsform gem. Fig. 2, so daß auf die vorstehende Beschreibung zu Fig. 2 verwiesen werden kann. Fig. 5 unterscheidet sich von der Ausführungsform gem. Fig. 2 lediglich dadurch, daß die Kapsel 18 in ihrem federnden Bereich 18.1 als reine Rohrfeder ausgebildet ist, d. h. daß die Rohrwandung entsprechend dünn ausgebildet ist und so die erforderliche federnde Nachgiebigkeit erzielt wird.

Die Ausführungsform gem. Fig. 6 entspricht im wesentlichen ebenfalls der Ausführungsform gem. Fig. 5. Der Unterschied besteht hierbei jedoch darin, daß die federnden Eigenschaften des Teils 18.2 der Kapsel 18 statt durch die Wandstärke durch die Anordnung von tangentialen Schlitten 29 erreicht wird, die alternierend um jeweils 90° versetzt gegeneinander angeordnet sind. Mit dieser Lösung erhält man eine Reihe von Biegebalken, die eine Viertelkreisbahn beschreiben.

Bei der Ausführungsform gem. Fig. 6 muß das als Kolben ausgebildete Verdrängerteil 19 über eine Dichtung 30 zuverlässig abgedichtet geführt werden, um sicherzustellen, daß in den Freiraum 31 keine Leckageflüssigkeit eintreten kann, die dann über die Schlitzte 29 mit dem piezoelektrischen Körper 17 in Kontakt treten kann. Alternativ können die Schlitzte 29 von einer vorzugsweise plastischen und/oder elastischen Schicht abgedeckt sein oder der piezoelektrische Körper 17 selbst kann entsprechend gekapselt sein mit einem flüssigkeitsdichten Überzug aus einem plastischen und/oder elastischen Material.

Die Ausführungsform gem. Fig. 7 zeigt eine Abwandlung der Ausführungsform gem. Fig. 6. Bei dieser Ausführungsform ist die über die Schlitzte 29 als Rohrfeder ausgebildete Kapsel auf einer den Verdrängerteil bildenden Membran 19.2 abgestützt.

Die Erfindung wurde anhand eines Ausführungsbeispiels für ein Schaltventil 11 in Form eines 2/2-Wege-Servovenils beschrieben. Es ist aber auch möglich, den vorstehend beschriebenen piezoelektrischen Aktuator mit seinem hydraulischen Wegübersetzer auch in Verbindung mit einem 3/2-Wege-Servovenil oder aber auch mit einem direktbetätigten druckentlasteten Schaltventil einzusetzen.

#### Patentansprüche

1. Einspritzdüse, insbesondere Kraftstoffeinspritzdüse an einer Kolbenbrennkraftmaschine, mit einem Trägerkörper (1), in dem ein hydraulisch betätigbares Schaltventil (11) angeordnet ist, dem ein hydraulischer Wegübersetzer mit einem Arbeitskolben (13) zugeordnet ist, der mit einer Übertragungsflüssigkeit beaufschlagbar ist, und mit einem Verdrängerteil (19), das mit einem piezoelektrischen Körper (17) verbunden ist, der in einer federnden Kapsel (18) angeordnet, die mit einem Ende am Trägerkörper (1) fest eingespannt ist und deren anderes Ende den Verdrängerteil (19) des Wegübersetzers bildet.
2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängerteil (19) der Kapsel (18) als Kolben ausgebildet ist.
3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Abstützung des piezoelektrischen Körpers (17) ein Einsatzteil (23) vorgesehen ist.
4. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) rohrförmig ausgebildet ist.
5. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Teillänge der Kapsel (18) als Feder ausgebildet ist.
6. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) den piezoelektrischen Körper (17) flüssigkeitsdicht umschließt.
7. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die federnde Teillänge der Kapsel (18) durch ein Wellrohr gebildet wird.
8. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die federnde Teillänge der Kapsel (18) durch ein dünnwandiges Rohr (18.1) gebildet wird.
9. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die federnde Teillänge der flüssigkeitsdicht ausgebildeten Kapsel (18) von einem Leckageraum (21) umschlossen ist, der mit der Übertragungsflüssigkeit gefüllt ist.
10. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Leckageraum (21)

über ein Druckhalteventil (22.1) mit dem Rücklauf in Verbindung steht.

11. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) mit dem Verdrängerteil (19) einstückig stoffschlüssig verbunden ist, 5

12. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) mit dem Verdrängerteil (19.1) zweiteilig ausgebildet ist.

13. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 12, 10 dadurch gekennzeichnet, daß die federnde Teillänge durch eine Rohrfeder (18.1) gebildet wird, deren Außenfläche gegenüber dem Verdrängerteil (19.2) abgedichtet ist.

14. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 12, 15 dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) einseitig mit einem Spannstück (26) versehen ist.

15. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 14, 20 dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Körper (17) mit einem flüssigkeitsdichten Überzug aus einem plastischen und/oder elastischen Material versehen ist.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

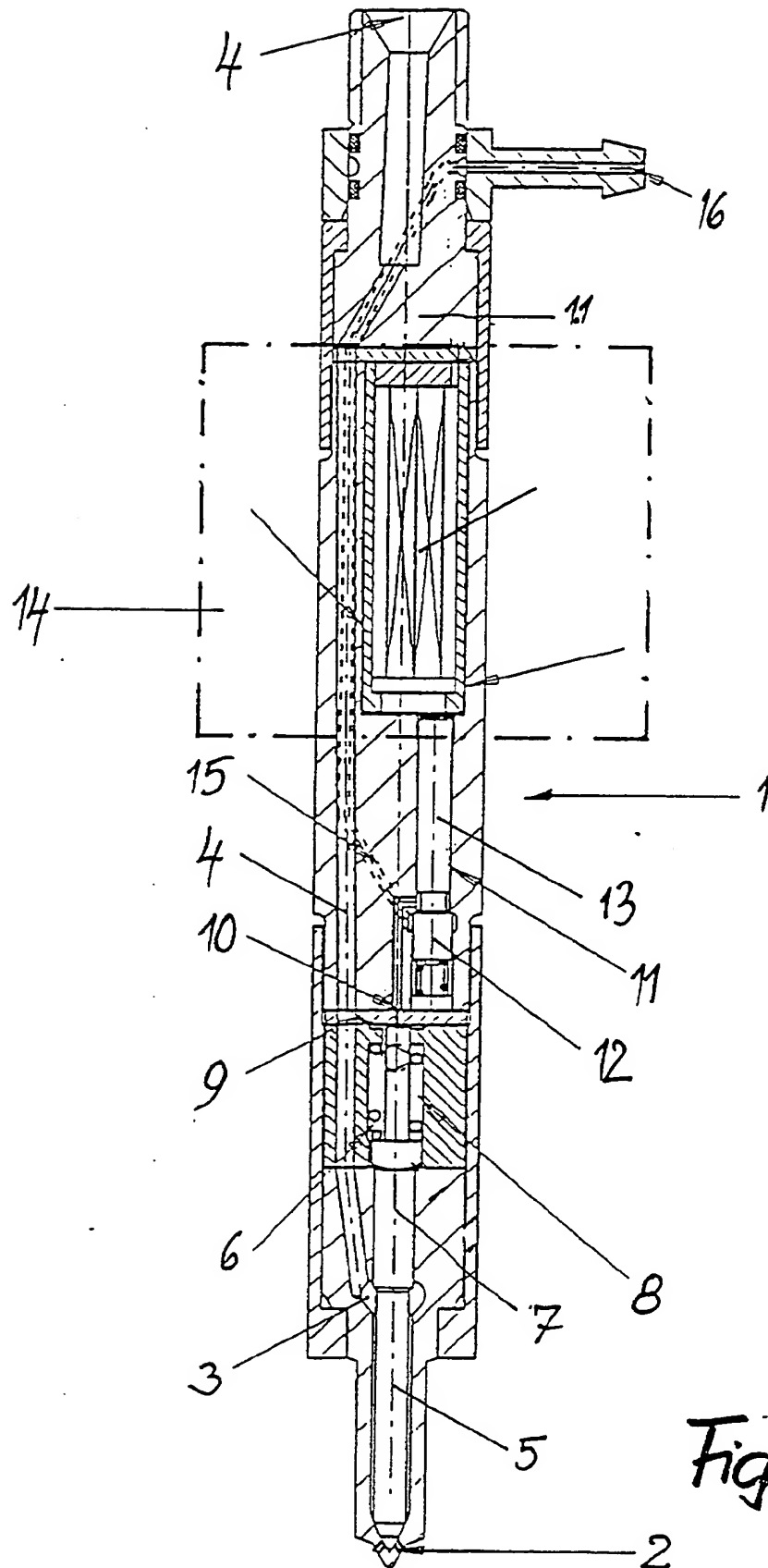


Fig. 1



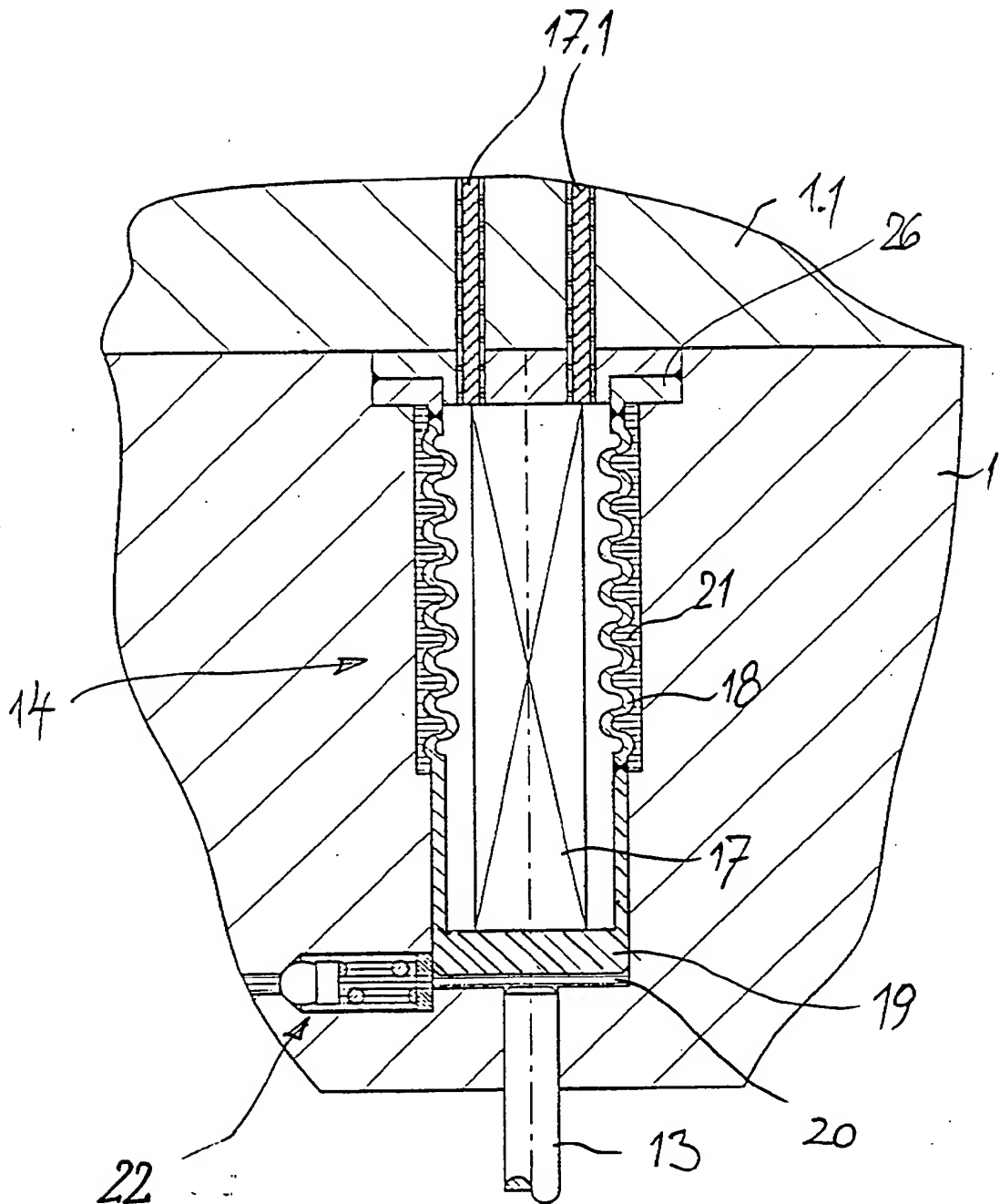


Fig. 2

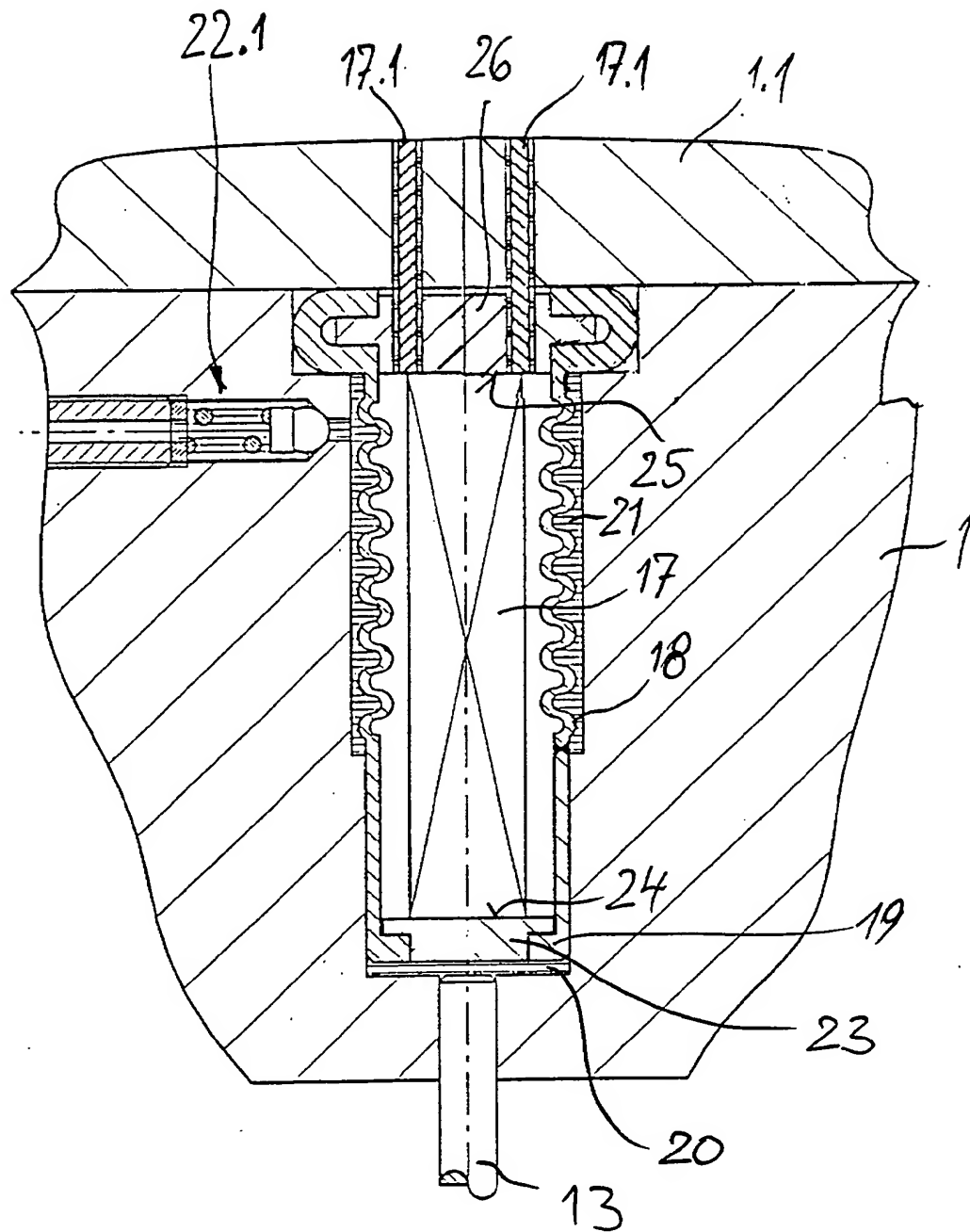


Fig. 3

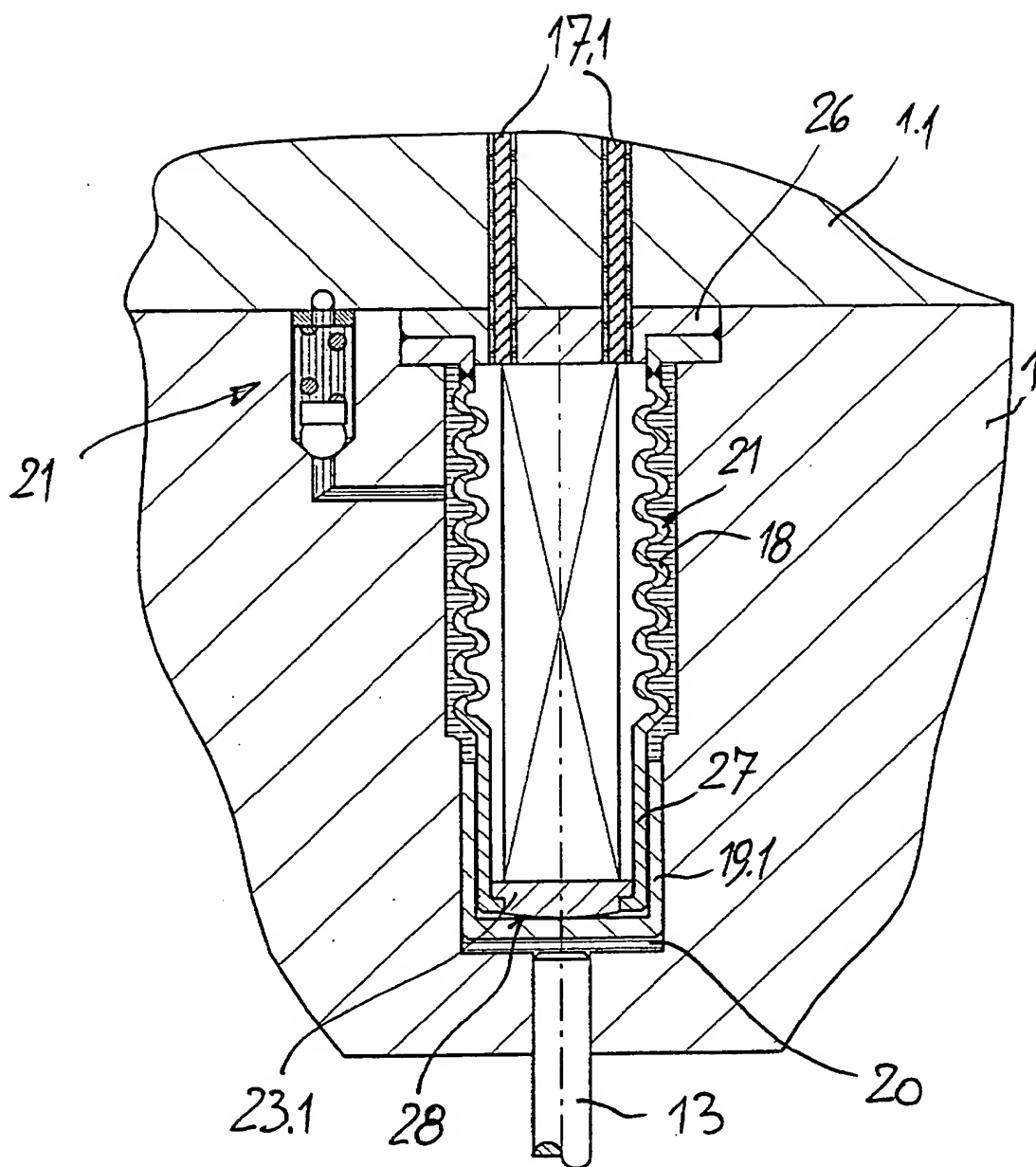


Fig. 4

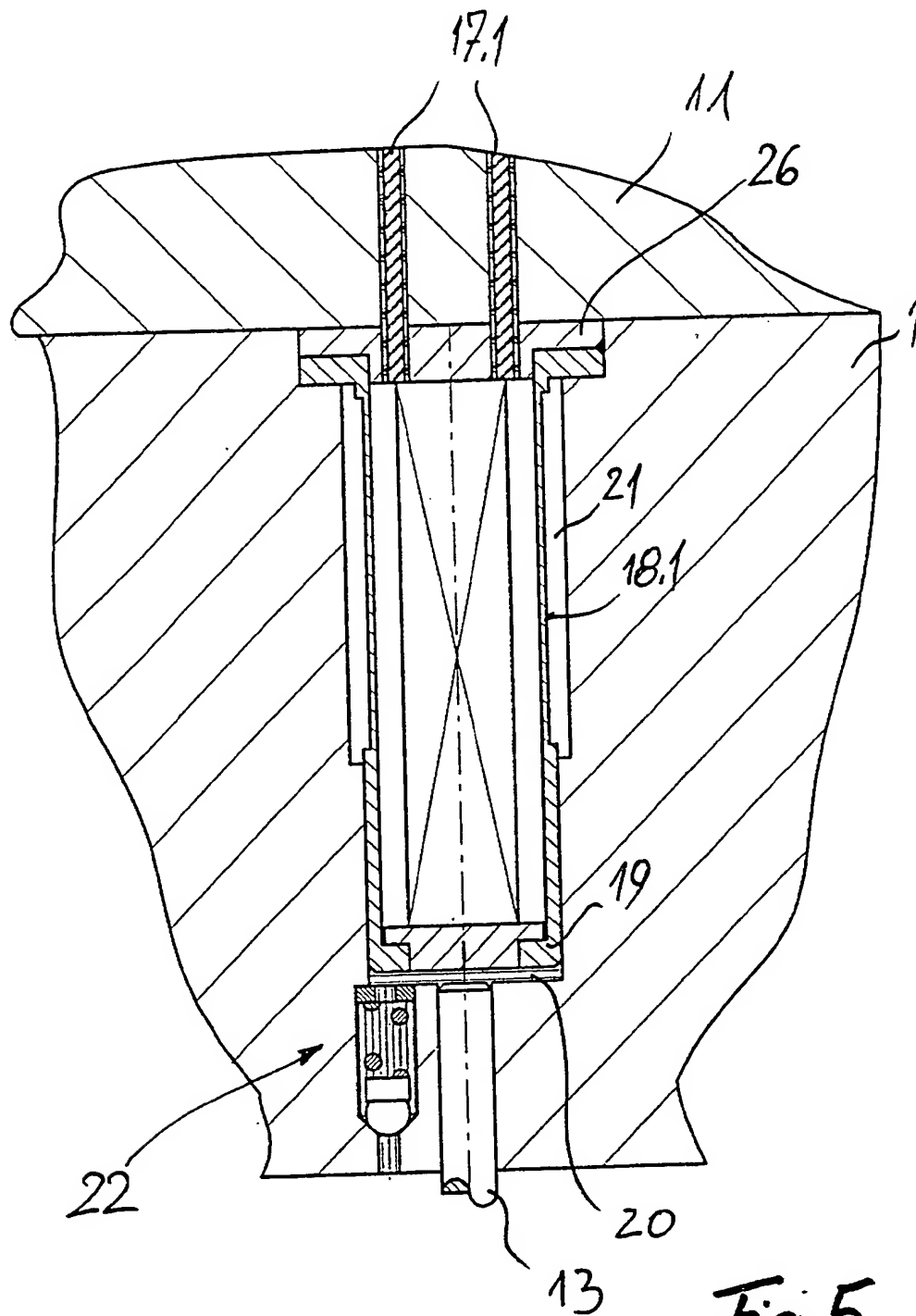


Fig. 5

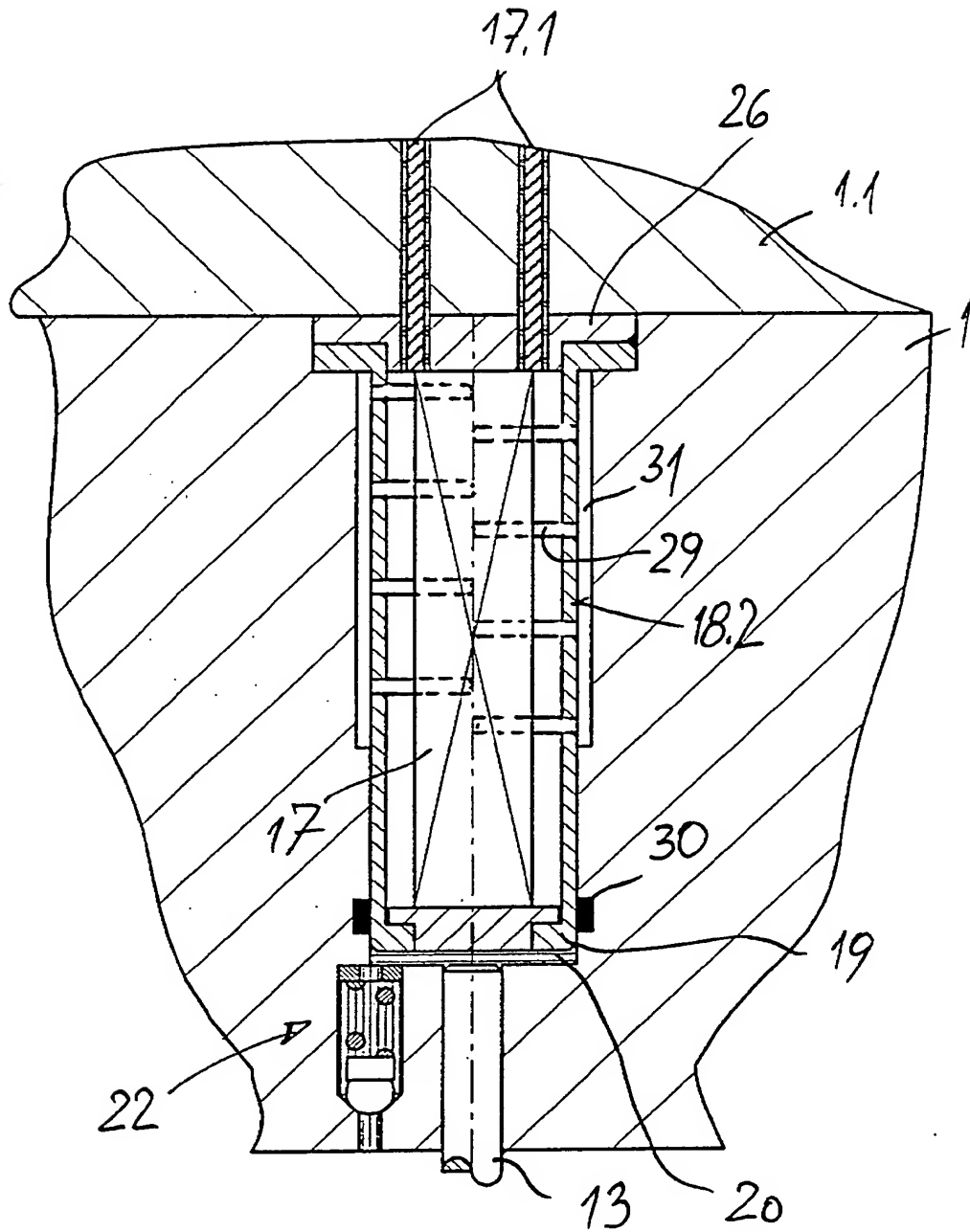


Fig. 6

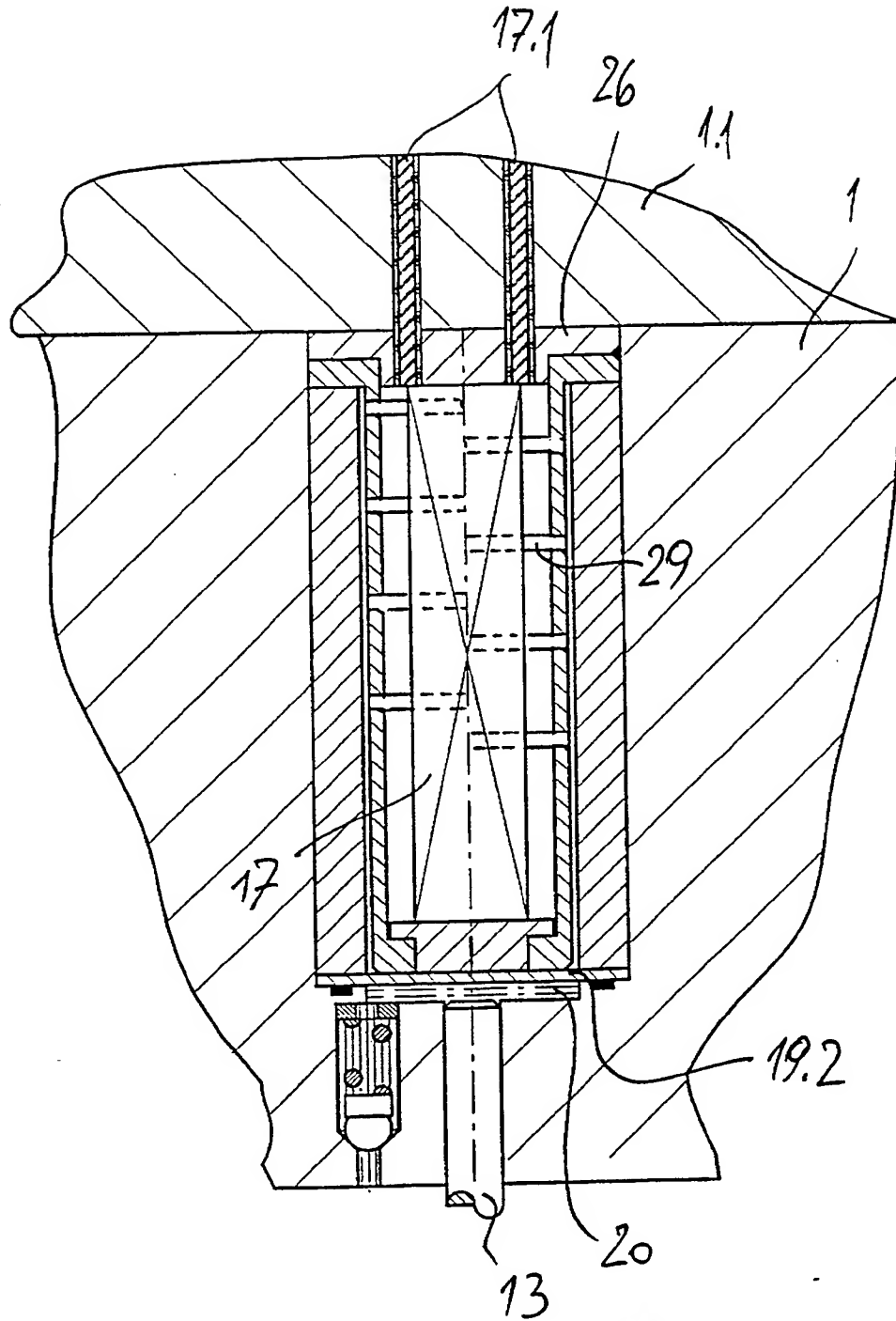


Fig. 7